

補助事業番号 22-8

補助事業名 平成22年度 製造業の基盤的技術の拡充強化に関する研究等補助事業

補助事業者名 一般財団法人 機械振興協会

1. 補助事業の概要

(1) 事業の目的

機械工業の情報化の進展、標準化の推進及び地域産業活性化を図るため、機械工業界における共通的、実地的な技術問題の解決に必要な調査研究を行い、もって機械工業の振興に寄与する。

(2) 実施内容等

①. [情報技術活用による生産現場支援に関する研究](#)

本研究では、生産システムの運用向けに、多軸工作機械などの段取りミス他に起因する衝突事故防止のため、段取り後の素材や治具を実測し、自動運転直前に段取り状態を評価することなどによる(1)多軸加工機械向け工作機械内衝突防止に関する研究を実施した。また、生産システム構築段階向けに、(2)生産システム構築効率化と品質向上を目指すシミュレーションの研究を実施する。具体的には、三次元設備シミュレーションを利用する外観検査の事前評価の研究を実施した。

平成22年度の実績は次の通りである。

多軸加工機械向け工作機械内衝突防止に関する研究では、システムコンセプト、及び本システムを実現するための基本処理方式の検討、及び基本処理方式を実装する上で課題となる点群データから、CADデータで与えられ治具などのテンプレートを用いて、治具や素材を識別分離してする管理する仕組みである3D構造識別管理手法を考案した。さらに、考案手法の実現性を確認するため、工作機械上に設置した工作機械テーブルや治具などの実際の計測データに基づいた3D構造識別管理手法の検証実験を行った結果、良好であり本手法の実現の可能性を確認した。



(傾斜円テーブル)

(5 軸加工機対応衝突防止処理手法検証システム)

生産システム構築効率化と品質向上を目指すシミュレーションの研究では、ものづくりの品質向上において普及が期待されているものの構築・運用に課題があるロボットとカメラを利用する外観視覚検査を対象とした。本研究では、外観視覚検査の自動化構築の課題を整理し、課題を解決するロボットとカメラを利用する外観検査向け設備シミュレーションの基本システムやその実装法を提案し、基礎実験によりその有効性を確認した。



(外観検査ロボットによる画像検査工程のシミュレーション開発 (上2点とも))

また、得られた成果を実用化レベルまで高め、国内外の学会発表や展示会出展、セミナー実施、関連する業界や標準化団体に公表し、ユーザへの試験導入を開始し、研究成果の普及活動を以下のように実施した。

特許出願5件(審査請求1件含む)、特許化1件、論文発表4件、口頭発表(学会・講習会)12件、誌上发表(新聞・学会誌等)1件、展示会出品2件、セミナー開催2回、ユーザへ試験導入3件。

②. 計測技術高度化に関する研究

(a) [幾何形状測定の信頼性向上に関する研究](#)

本研究では、現場環境に置かれた三次元測定機について、回転式プロービングシステムによる測定の指示誤差である形状誤差、サイズ誤差、位置誤差の評価を行うとともに、CMMの直角誤差を利用して、校正球の位置と測定位置の直角誤差の値を用いて位置誤差を評価する手法を提案した。また、真円度測定機について、測定精度の向上のため回転数の影響を受けにくい倍率校正用標準の形状評価を行った。

平成22年度の実績は次の通りである。

三次元測定機のサイズ誤差については、校正球の位置と測定位置に関係がなく、校正球によって回転式プロービングシステムのパラメータ設定を行うときのスタイラス先端球の球径測定が影響することを確認した。また、三次元測定機の測定位置によって、直角誤差が変化していることを指摘するとともに、評価した校正球の位置と測定位置の直角誤差の値を用いて、位置誤差の評価が可能であることを確認し

た。さらに、校正球の位置と測定位置を最適な位置に設置することにより、位置誤差を小さくできることを確認した。これらの技術により、対象のCMMの円筒度測定において $2.4\mu\text{m}$ 程度改善した。

真円度測定機については、倍率校正用標準の値付けのための段差評価手法を確立するとともに、倍率校正用標準をスパッタ処理で製作することにより、ナノメートルオーダーの評価の可能性に対する知見が得られた。さらに、製造メーカ及び展示会等に参加し最新の計測技術動向について情報収集を行うとともに、精密工学会（2件）、知的基盤部会計測分科会（2件）などで成果の普及に努めた。



（熱変形評価用ゲージ）

（ボールプレート用クランプ）

(b) 微小表面領域の機械的特性評価の高度化に関する研究

近年、デバイスの微小化、極薄膜化に伴い、デバイスやシステムの設計・評価のために、微小押し込み試験による機械的特性評価の必要性が増加している。特に高次機能を実現するために複雑化された測定対象に対しては、機械特性の面分布を把握することが要求されてきている。しかし、従来の硬さ試験と異なり狭小域において多点測定を行う場合、周辺構造物や周囲の圧痕の影響などが問題となる。そこで、本研究では、構造物などの境界条件、圧痕間相互作用に関して検討を行い、狭小域における多点測定による機械的特性評価の高度化を行うことを目的とした。

平成22年度の実績は次の通りである。

顕微ラマン分光による応力評価の際に課題とされている応力成分の分離のためのシステムを構築した。具体的には、励起レーザー光を波長板と偏光板を用いて試料結晶軸に対して任意の偏光方向を選択し、高NA対物を用いて試料面に対して垂直方向の電場をもつ光で励起することによって、応力テンソル解析を行った。さらに、狭小域の機械特性面分布測定を実現する微小押し込み試験システムを構築のためのステージ関連の整備を進めた。さらに、狭小域の機械特性に関する研究動向・要望などについて、大学・公的研究所・メーカからの調査も行った。

また、研究開発の実施とともに、論文発表5件、口頭発表7件（国際学会4件、

国内学会3件)の発表を行い、成果の普及に努めた。



(シグマ光機 GTPC-SPH)

(ラマン分光偏光解析システム)

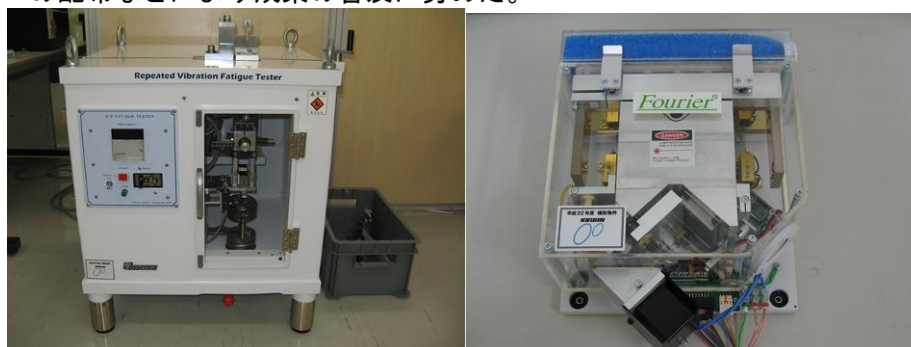
(c) 工業用有機材料試験技術の高度化に関する研究

近年、金属材料よりも丈夫で軽量の複合材料や樹脂材料が、さまざまな製品に多用されている。しかし、これら新素材の試験評価手法は現状不十分であり、高度な設計、品質保証、製品安全に直結する効率的で確実な新しい試験システムの登場が望まれている。このような背景から、現在市販されている試験機による規格試験では困難な実際の利用状態を想定したシミュレーション実験など、カタログ値的な材料特性評価から一歩踏み込んだ利用価値が高い試験システムの実現が重要な課題となってきた。そこで本研究では、以下に示すテーマを設定し問題解決のための検討を行った。

平成22年度の実績は次の通りである。

a) PC樹脂の強度に対する、有機溶剤暴露の影響の評価を行った。b) 有機溶剤暴露を受けたPC樹脂の疲労破断面の評価を行った。c) PC樹脂の表面に負荷した機械応力の非接触・非破壊評価を行った。d) 厚みを有するPC樹脂に対する、有機溶剤暴露の影響の非接触・非破壊評価を行った。

研究開発の実施とともに、国際会議兼国内学会発表(1件)、報告書の関係者への配布などにより成果の普及に努めた。



(繰り返し振動疲労試験機)

(近赤外分光ユニット モデル 408X)

③. 加工技術高度化に関する研究

(a) ガラス加工用バインダレスcBN工具の成形に関する研究

ガラス切削における加工面品質向上に関する基礎的なアプローチとして、切削温度の測定を行った。その結果、エアタービンスピンドルを用いた研削温度、切削温度の測定に成功した。また、超精密旋盤によるフライカットの切削温度の測定にも成功した。

cBN の熱分解反応を利用した摩擦による cBN 工具の研磨を試みた。しかしながら、cBN は熱伝導率が高いため摩擦によって発生した熱は拡散してしまい、水分解が発生する温度には届かなかった。工具の輪郭形状が加工形状に転写されるフライカットの特徴を生かした角断面工具を製作し、加工実験を行った。

平成 22 年度の実績は次の通りである。

昨年考案した石英ガラス製光ファイバの加工時に発生する赤外線を測定する手法に改良を加え、研削・切削温度の測定を行った。研削温度は最高 1,250℃であり、超硬バーによる切削温度は最高 1,250℃、フライカットによる切削温度は最高 865℃であった。ガラスの切削温度を測定できたことにより、加工現象の解明につながる情報を得ることができた。

口頭発表 2 件、講習・講演会などで成果の普及に努めた。



(グラフィック)



(振動解析システム)

④生産環境のグリーン化に関する研究

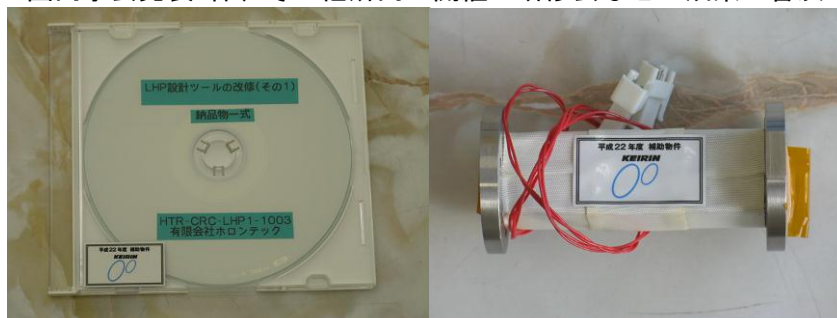
(a) 次世代冷却システムに関する研究

近年の技術革新に伴い電子機器の高性能化・高集積化・高密度化が一層進み、冷却装置にも高性能・省スペース化が要求されており、熱設計が重要な課題となっている。その一方で、世の中の環境に対する意識は高まっており、今後益々重要になってくるCO2削減が求められている。この問題を解決するため、排熱用冷媒還流の動力を最小限とする技術の開発が急務である。ここでは、ヒートパイプの技術を応用した無動力の熱制御素子(ループヒートパイプ、LHP:Loop Heat Pipe)の研究を行い、機械製品全般の熱制御に適用可能なLHPの開発を行った。

平成22年度の実績は次の通りである。

LHPは熱輸送のための動力を必要としないため、環境配慮の点で優れている。その用途としてサーバー内のブレードの熱輸送に使用すると多大な省エネ効果があることを示した。次に、昨年度製作した「LHP設計ツール」の機能向上を行った。「高性能蒸発器」の試作・試験の結果、従来に比べ約1.5倍の熱輸送能力があることを実証した。

国内学会発表1件、その他所内で開催の研修会などで成果の普及に努めた。



(LHP 設計ツールの改修)

(高性能蒸発器)

(b) 作動・潤滑油の環境負荷低減に関する研究

通常の作動・潤滑油には、常に数%~10%の気泡が存在しているが、既存の技術では完全な除去が困難である。現在行われている除去方法は、タンク内で気泡を浮上させて自然放気する方法であり、そのため、必要以上に大きなタンク容量が設定されている。また、作動・潤滑油の寿命を左右する主原因は、油中に存在する空気による酸化と熱的な劣化であることが知られているが、効果的な劣化防止方法が実用化されていない。したがって、タンク中の油中気泡を効率よく除去する手法を開発できれば、これまで両立が難しかった、システムの小形化と作動・潤滑油の長寿命化を両立することが可能になる。

本研究では外部動力なしで効率良く気泡を除去できる、気泡除去技術の研究開発

を行うものである。気泡を積極的に除去することで、動力伝達効率低下の防止、低騒音化、システムの小型化と油の寿命延長、トータルメンテナンスコスト低減を目指した。また、現在気泡除去に関する性能評価手法は確立していないため、気泡除去装置の性能評価や優劣に対する指標が不明確である。このため標準的な性能評価手法に関する調査研究も同時に行った。

平成22年度の実績は次の通りである。

a) 気泡除去の技術開発動向の調査を行った。b) 気泡除去による温度上昇抑制の検証を行った。c) 気泡除去による油劣化の抑制の検証を行った。d) 赤外分光法による油劣化の評価を行った。

研究開発の実施とともに、国際会議発表1件、解説記事1件、当研究所一般公開などにより成果普及に努めた。



(実験用パラレル延長治具 (上2点とも))

2. 予想される事業実施効果

① 情報技術活用による生産現場支援に関する研究

多軸加工機械向け工作機械内衝突防止に関する研究では、工作機械内衝突防止システムの実用化研究会（5社参加）が、予定成果の多軸加工機械向け工作機械内衝突防止システムの採用と実用化に意欲的である。また、これとは別に、工作機械シミュレータメーカー1社、及び工具メーカー1社、及び傾斜円テーブルメーカー1社が本研究成果とそれぞれの製品との連携ビジネスに興味を持たれているため、単体での実用化、及び他製品との連携による実用化の両面での商用化が期待できる。

生産システム構築効率化と品質向上を目指すシミュレーションの研究では、電機産業や自動車産業の大手企業から研究成果の利用の問い合わせが多くなっている。現在、基礎実験を引き続き実施しており、産業界との連携方法を模索してい

る。

これらの成果は、学会、外部講習会、新聞、誌上、一般の展示会などで発表し、産業界から好評を得ている。このような活動を通じて、開発したシステムの産業界への普及を進める。

②計測技術高度化に関する研究

(a) 幾何形状測定の信頼性向上に関する研究

三次元測定機については、回転式プロービングシステムにおける測定の位置誤差の低減法、真円度測定機については、倍率校正用標準の高度化により、生産現場の製品精度向上が大きく期待できる。

(b) 微小表面領域の機械的特性評価の高度化に関する研究

研究成果の発表などを通じて多くの問い合わせがあった。圧痕及びその周辺部の材料物性的な評価への取り組みの例は少ないが、これの理解は極薄膜、極微小領域に対する機械的特性評価は必須検討課題であり、薄膜・微細構造体の性能、信頼性を向上させる上で重要な役割を果たすものと予想される。また、摩擦摩耗や機械加工などに取り組みされている研究者から、それらの問題点を解決するうえで重要であるとの観点から問い合わせをうけ、今後、共同研究等への展開が期待される。本研究は、硬さ試験のみならず、摩擦摩耗などの微視的な機械的接触現象の理解を進める上でも、重要な役割を果たすものと予想される。

(c) 工業用有機材料試験技術の高度化に関する研究

環境に優しい材料が望まれる中、軽量性やリサイクル性などの特徴を持つ工業用有機材料の重要性は増加し、今まで以上に有機材料の各種工業製品への利用が考えられる。そして有機材料の評価法の発達は、製品の安全性・信頼性につながる要素の一つとしてますます望まれていくと想定される。これらの背景において、本研究における環境的要因を受けた工業用有機材料の疲労試験や破断面に関する評価は、品質管理的の方法論や知見につながり、また赤外分光法及び近赤外分光法を用いた工業用有機材料の非破壊・非接触的評価は、製品の寿命予測につながる基盤的方法論の一つとして、広く産業界での利用・普及が期待できる。

③ 加工技術高度化に関する研究-ガラス加工用バイндаレスcBN工具の成形に関する研究

ガラスに代表される硬脆材料の加工は金属加工と比較すると経験している会社、技術者は非常に少ない。超精密加工を含めた金属加工では中国などの追い上げが激しく、収益を上げることが困難である。収益が見込める高付加価値加工として、

硬脆材料の切削加工が浮上してきた。硬脆材料の加工ノウハウは今後の日本にとって必要不可欠な技術となる。

④ 生産環境のグリーン化に関する研究

(a) 次世代冷却システムに関する研究

データセンターでは、通信機器の小型化により、機器駆動の電力、さらにその排熱を処理するための電力が増大している。特に排熱は「IT産廃」と言われるようになり、データセンター内の省電力化が急務となっている。例えば、サーバー50台程度のデータセンターのサーバー内の温度制御を空冷からLHPに換えると年間約84軒の家庭電力が節約でき、大きな省電力効果が期待できる。

このような省エネルギー効果のあるLHPを電子機器の熱制御のみならず、家庭とくに住宅関連への適用を広げていくことで日本全体での温暖化の防止に多大なる貢献が可能ではあると考えられる。

(b) 次世代冷却システムに関する研究

今後、油圧駆動システムの高圧化はますます進み、その上で、システムの小形化、高効率化と油の劣化防止による使用量の削減（省資源化）、油冷却エネルギーの削減、等地球環境負荷の低減をさらに進める必要がある。そのキーテクノロジーとして、これまであまり着目されなかった、油中気泡除去技術は欠かせないものであると考える。油中気泡を積極的に除去することで油の劣化を抑え、機器・設備ライフサイクルコスト低減など環境負荷の低減に貢献できる気泡除去技術の確立、及び標準的な評価手法の実現が期待される。実用的な気泡除去装置及び評価手法を実現することで、広く産業界での利用・普及が期待できる。

3. 本事業により作成した印刷物等



[情報技術活用による生産現場支援に関する研究報告書](#)



[計測技術高度化に関する研究-a\)幾何形状測定の信頼性向上に関する研究報告書](#)



[計測技術高度化に関する研究-b\)微小表面領域の機械的特性評価の高度化に関する研究報告書](#)



[計測技術高度化に関する研究-c\) 工業用有機材料試験技術の高度化に関する研究報告書](#)



[加工技術高度化に関する研究-a\) ガラス加工用バインダレス cBN 工具の成形に関する研究報告書](#)



[生産環境のグリーン化に関する研究-a\) 次世代冷却システムに関する研究報告書](#)



[生産環境のグリーン化に関する研究-b\) 作動・潤滑油の環境負荷低減に関する研究報告書](#)

4. 事業内容についての問い合わせ先

団体名： 一般財団法人 機械振興協会（キカイシンコウキョウカイ）

住所： 事務局： 〒105-0011

東京都港区芝公園 3-5-8

技術研究所： 〒203-0042

東京都東久留米市八幡町 1-1-12

代表者： 会長 庄山 悦彦（ショウヤマ エツヒコ）

担当部署： 技術研究所 産学官連携センター（東久留米）連携業務課（ギジュツケンキュウシヨ サンガクカンレンケイセンター（ヒガシクルメ）レンケイギョウムカ）

担当者名： 課長 長島 清隆（チョウジマ キヨタカ）

電話番号： 042-475-1157

F A X： 042-476-4870

E-mail： chojima@tri.jspmi.or.jp

U R L： <http://www.jspmi.or.jp/tri/>